潜水調査船「しんかい６５００」
利用の手引き

独立行政法人海洋研究開発機構

目　　　次

１．はじめに

潜水調査船「しんかい 6500」は、最大潜航深度 6,500ｍの能力を持つ世界最高水準の大深度潜水調査船です。これを使って行う深海域の調査研究作業を成功させるには、利用者は潜水調査船システムが持っている能力とその性能を十分理解しておくことが大切です。従って、「しんかい 6500」の活用に当たってはこの手引を熟読し、その内容に精通し、実施計画の詳細については事前に船舶運用グループと打合せを行うことが必要です。

連絡窓口： 海洋工学センター　研究支援部　船舶運用グループ
住　　所： 〒237-0061　神奈川県横須賀市夏島町 2 番地 15
電　　話： 046-866-3811（代表）
046-867-9913，9914，9916，9917（ダイヤルイン）
ファクシミリ： 046-867-9915（船舶運用グループ直通）
Ｅ－ｍａｉｌ： sod-rsd@jamstec.go.jp
ホームページ： http//www.jamstec.go.jp/

２．「しんかい 6500」のミッション

「しんかい 6500」は、その潜航能力、運動性能により次のような一般的ミッションを遂行できます。

⑴ 通常調査では 0.5～1.0kt の速力で、水深 6,500ｍまでのあらゆる深さで調査観測作業ができます。

⑵ 通常１名の研究者が同乗し、「しんかい 6500」船外及び船内にある種々の固定装備機器、器具及びペイロードを使用します。

⑶ 潜航時間（潜航開始から浮上まで）は８時間を最大とします。

⑷ 海底面に沿って、または一定の深度を保って航走し、目視観察及び写真、ビデオの撮影を行うとができます。

⑸ 傾斜地では深い方から浅い方への航走を標準とします。

⑹ ２本のマニピュレータを使用し資料の採取、機器の設置回収を行うことができます。

これらのミッションに使用する設備、機器の性能、要目及びオペレーション上の制約等の詳細については次のとおりです。

３．システムの特徴

6,500㎜潜水調査船は、潜水調査船及びこれを海上において直接支援する支援母船、ならびに後方支援設備としての陸上基地から構成されています。

潜水調査船「しんかい6500」

① 一般要目

全長：9.5㎜
巾　：2.7㎜
高さ（着底脚下面から上構上面）：3.2㎜
空中重量：約26トン
潜航最大深度：6,500m
乗員：3名
耐圧殻径： 2.0㎜
最大潜航時間（潜航開始から浮上まで）：8時間
ライフサポート時間：129時間
ペイロード：150kg（空中重量）
水中速力：0〜2.0Kt

② 乗　員

3名の乗員の内訳は、パイロットが2名と研究者が1名です。

③ 潜航時間

最大潜航深度(6,500㎜)での潜航作業の場合は、最大潜航時間を8時間としており、その内訳は調査水深にもよりますが、最大潜航深度で下降上昇に5時間、海底での行動に3時間という時間配分になります。

④ 調査機器等を持ち込む際の注意事項

⑴ 船外に使用する電線は5㎜以上必要です。
機器の搭載場所によって必要な電線長が変わりますのであらかじめ船舶運用グループまでお問い合わせ下さい。
ペイロード端子箱に接続可能なコネクタの種類、数は以下のものです。
使用メーカー（米国：SEACON Brantner社）

ペイロード端子箱付レセプタクル	対応コネクタ
RMK-8-BCL × 2個	RMK-8-FS
RMG-4-BCL × 4個	RMG-4-FS
RMG-3-BCL × 2個	RMG-3-FS (#3pin Shielded)
RMG-4-BCL × 1個	RMG-4-FS (#3,4pin Shielded)
RMG-4-BCL × 1個	RMG-4-FS (#3pin Shielded)
RMG-2-BCL × 1個	RMG-2-FS (Shielded)

⑵ 機器の結線について、シールドラインを電源及び信号ラインにしないなど注意が必要です。船外用の電線を製作する前に船舶運用グループまでお問い合わせ下さい。

⑶ 船内の機器の電源は、テフロン線を使用して下さい。電源用、船内ペイロード端子箱接続用については、2m 以上用意して下さい。
船内ペイロード端子箱接続用の端末は、コネクタ不要です。

⑷ 電源は、次のものが供給できます。
①船外 DC108V 30A
②船内 AC100V 60 Hz単相 10A
その他に以下の変圧器も使用可能ですが使用電力の合計が 10A までです。
①船内 DC12V 5A　③船内 DC28V 5A
②船内 DC24V 5A

⑸ 油圧は、次のものが供給できます。
・有効差圧 100 kgｆ/cm² (1020Mpa)、6.2ℓ /min 以下
ただし、下記の条件を満たさない物については、潜水船に搭載できません。
①リリーフ弁等の安全装置を設けていないもの。
②不具合発生時に、潜水船の油圧システムに悪影響を及ぼす恐れのあるもの。
この他にも、搭載位置や油圧ホース長等、搭載にあたっては詳細な打ち合わせを必要とします。必ず事前に船舶運用グループまでお問い合せ下さい。

⑹ 搭載機器は、船内用であれば空中重量、船外用であれば空中重量及び水中重量（浮重）を計測し、資料の提出をして下さい。システムとして使用する場合はできるだけ個々の重量についても計測をして下さい。

⑺ 機器毎にヒューズ等の保護装置を設けて下さい。また、絶縁の悪いものや不安定なものは搭載できません。

⑻ 船外用搭載機器については、使用予定深度圧以上の耐圧試験を実施し、事前に十分な検査、確認を行って下さい。確認が不十分な場合は、搭載できません。

⑼ 船内用搭載機器については、ハッチの直径（500mm）を通るおおきさでなければなりません。また、船内スペースは非常にかぎられていますので、搭載機器の小型軽量化につとめて下さい。

⑽ 機器の搭載可能重量は右サンプルバスケット 100kgf､左サンプルバスケット 100kgf、耐圧殻下側ペイロードラック 50kgf です。但し、船内船外で搭載可能な重量の合計は 150kgf（空中重量）です。搭載可能重量は、潜航深度により潜水船の浮力が変化する為、目標とする深度により減少する場合があります。

機器を新規に製作する場合、また他の潜水船で使用実績があっても「しんかい６５００」に初めて搭載しようとする場合には、寸法、重量及び搭載場所等について船舶運用グループ及び運航チームに確認して下さい。

⑾ 以上の項目以外にも船外船内を問わず調査機器を搭載する場合には、安全上及び装備上について確認する事がありますので必ず取扱説明書、図面等詳細の解る書類を持参して下さい。又、必ず調査潜航行動前に運航チームと打合わせを行って下さい。

⑤ 水中速力

潜水調査船の水中速力は通常、対水速力で 0～2.0Kt です。

⑥ 潜水調査船測位システム

潜水調査船の位置を求める方法は、ロングベースライン（LBL）方式とスーパーショートベースライン（SSBL）方式の 2 種類があります。

LBL 方式は、潜航調査前に目標地点の周囲にトランスポンダを 3 本設置し、それらを基準として潜水調査船が自身の位置を測位可能です。この方式は、非常に測位精度(±２０ｍ)が高く、潜水調査船内で位置がわかるのが大きな利点です。通常測位範囲はトランスポンダを設置してある中心から、その海域の水深と同じ距離を半径とする範囲程度となります。ただし、トランスポンダの設置に１日、回収に１日必要です。

SSBL 方式は、トランスポンダを設置する必要はありませんが、LBL 方式に較べると測位精度(母船と潜水船の直距離の±1.5%)が低く、母船上でしか潜水調査船の測位ができません。この場合、潜水調査船は母船からの連絡により自船の位置を知ることができます。通常測位範囲は、母船を中心とし、その海域の水深と同じ距離を半径とする範囲程度となります。

どちらの測位方式を利用するかによって潜航前の諸準備が異なるので、事前に十分船舶運用グループと打ち合わせを行ってください。

４．運航計画

⑴ 行動の概要

「しんかい 6500」の支援母船「よこすか」は遠洋国際の航行資格を有するので、世界中の水深 6,500ｍ までの海域での潜航作業が可能です。

⑵ 行動の標準運航計画

潜航日以外は母船「よこすか」による海域の事前調査、トランスポンダの設置及び回収、海況不良の場合の予備日、潜航海域までの回航の日数、研究者の乗下船のための寄港の日数を考慮して計画しています。

⑶　潜航の制限

安全運航を考慮し、一般的な環境や船の状態に関して以下のような規定が定められており、該当する場合は潜航を実施しない事になっています。

⑴　シーステイト 4（1/3 有義波高 2.5m）を超える場合または視程が 300m以内の場合。

⑵　機構理事長の許可がない限り、6,500mを超える水深の海域での潜航。

⑶　最大潜航深度 6，・変更ありません。昨年のままです。
500m・を超えた潜航。

⑷　潜航地点に沈船、爆発物、その他絡んだり拘束される可能性のあるものが存在する場合。

⑸　海底ケーブルが敷設された海域での潜航調査を行う場合は、JAMSTEC の定める参考資料―1「潜水船及び無人機等の海底ケーブルに対する作業安全基準」に従うこと。
（但し、研究安全委員会の承諾を受けている場合はこの限りではない。）

⑹　港内及び航路筋等、船舶のふくそうする海域での潜航。

⑺　海底付近での潮流の最大流速が 1.0kt を超えた場合。

⑻　航海機器がすべて正常に作動可能な状態にない場合。
（但し、バックアップシステムがあるもの及び観測機器に関しては司令の判断により可能。）

⑼　母船の潜水調査船測位システムが正常に作動可能な状態にない場合。

⑽　特に許可された時以外の夜間潜航。潜航時間は通常、午前１０時潜航開始午後５時浮上です。

５．潜水調査船乗船者への事前説明

潜水調査船に乗船し調査観測作業を行う研究者は、潜航前に潜水調査船運航チーム担当者から乗船に関して事前説明が行われます。
内容については以下の通りです。

⑴船内及び船外機器の配置について
⑵船内において研究者が通常操作を行う機器の操作方法
⑶船内持ち込み禁止品について
⑷船内において研究者が緊急使用する可能性のある機器の位置確認及び
　操作方法
⑸一般的注意事項及び体重測定

６．その他

１）潜航に関して

⑴　水分の摂取は控え目にし、体調の維持に努めて下さい。
（潜水船内に簡易小便器が用意してあります。）

⑵　潜航服(防寒・防火用)を用意してありますが、潜水船内の温度が下がるので、必要な方は相応の衣類を用意して下さい。

（静電気の発生の少ないもの。化学繊維特にフリース系統は避けること。）

⑶　発火性の物品、揮発性の物品等は潜水調査船内に持ち込まないで下さい。
（口紅、ポマードは避けること。また、ライター、マッチ、使い捨てカイロは持ち込まないこと。）

⑷　覗窓は、傷つきやすいので、カメラの持ち込みは許可を得て下さい。
その際にはゴム製のレンズフードを装着して下さい。無い場合は持ち込みできません。

潜水調査船搭載装置一覧

機　器　名	機　能	要　目
前方障害物探知ソーナー	超音波パルスを送受信し、水中の物体を映像化して潜水船の障害物探知目標探知を行う。探知映像をビデオレコーダーに記録可能です。	周波数　：87～72KHz 探知距離 ：15,50,150,500,1500yard 旋回角度：±190°
水中デジタルカメラ	調査時の撮影記録のために使用されます。 旋回俯仰式 TV カメラと連動して、旋回府仰して撮影可能です。	内蔵カメラ：SONY DSC-F717 レンズ　　：5 倍ズーム f 9.7～48.5（F2.0～2.4） 撮影素子　：2/3CCD 有効画素数　：502 万画素数 撮影枚数　　： 2560×1920（ﾌｧｲﾝ）380 枚以上 2048×1536（ﾌｧｲﾝ）6040 枚以上
ＣＴＤ観測装置	各センサーにより電気伝導度、水温圧力を測定、演算を行い表示部に塩分、水温、深度、音速を表示します。 測定データは、総合情報記録装置と専用メディアに記録されます。	測定範囲 電気伝導度：0~70 mS/cm 水温：-5~+35 ℃ 圧力：0~15,000 psia 測定精度 電気伝導度:±0.01 mS/cm 水温：±0.01 ℃ 圧力：±0.015 %FS
水中投光器	船外及び水中 TV カメラ等の照明用に７灯装備されています。 使用状況により照射角度が調整可能です。	形式：メタルハライド型 2,3,4 番ライト：旋回府仰式 1,5,6,7 番ライト：固定式 定格：400W
水中テレビカメラ	海中の物体を撮像し、耐圧殻内で表示します。固定式と旋回府仰式の 2 台が装備され各種制御は耐圧殻内の操作部からリモートコントロールが可能です。	固定式(１番カメラ) 旋回府仰式(２番カメラ) 撮像方式：1/2inch 3CCD 有効画素数：768 (H)×494 (V) 水平解像度：850 TV 本 機能：可変焦点,自動絞り、ズーム、カラー
ビデオテープレコーダ	水中 TV カメラ等の映像を録画する装置。本装置への録画映像入力及び本装置からの再生映像出力は水中 TV カメラ操作部で設定可能です。	形式： DV-CAM 方式 使用可能テープ： DV-CAM，Mini DV 通常使用テープ：DV-CAM 録画時間：テープ長に依存 （通常は 184 分）

機　器　名	機　能	要　目
マニピュレータ	海底調査時，覗窓を見ながらマスターアームを操作し船外のスレーブアームをコントロールし資料の採取、海底設置機器の操作等を行います。 2 本のマニピュレータを同時に使用しての協調作業も可能です。	方式：油漬均圧型 　電気油圧サーボ方式 自由度：7 アウトリーチ：最大 1.9m 持上力：70kg 　(最大アウトリーチで) 操作方式：マスタースレーブ方式
温湿度計	耐圧殻内の温度湿度をデジタル表示します。 計測データは総合情報表示装置に表示・記録されます。	温度：サーミスタ式 湿度：セラミック抵抗式 測定範囲 　温度：-20～60℃ 　湿度：20～100%RH 総合精度(センサを含む) 　温度：±1.0℃ 　湿度：±7%
傾斜計	潜水船の傾斜を２個のサーボ加速度計により検出し、船体のロール角、ピッチ角をデジタル表示します。 計測データは総合情報表示装置に表示・記録されます	自由度：ロール角±60° 　ピッチ角±45° 水平精度：±1°以内 外部出力端子装備
音響測位装置	潜水船搭載の同期ピンガ及び海底に設置された３本の音響トランスポンダで音響位置計測システムを構成します。計測は LBL 方式によって行われ海底の基準点からの X-Y 座標軸による位置が表示されます。 計測データは総合情報表示装置に表示・記録されます。	測位方式：LBL 方式 使用周波数： 　6.6、6.9、7.2、7.5 KHz 測位レート：4、8、16、32 秒 測位範囲（潜水船とトランスポンダの垂直方向の角度差に依存） 角度差±5°：水平方向 　5000m以内 角度差±25°：水平方向 　3000m以内 測位精度：標準偏差 20m以内（トランスポンダ 3 本受信 時)
水中通話機	本装置は 2 系統の通話機で構成されどちらか一方を選択使用出来ます。	型式：UQC 型 通話可能範囲： 　9000m以上 (母船直下±45°圏内) 搬送周波数：8.075KHz
無線機	着水、浮上時に母船との連絡用トランシーバーとして使用します。	型式：単一通話器 　プレストーク方式 周波数：149.49MHz

機　器　名	機　能	要　目
ジャイロコンパス	潜水船の船首方位を測定し、測定した方位データはデジタル信号として出力され針路表示計に表示されます。 計測データは総合情報表示装置に表示・記録されます。	メーカー：IXSEA 社製 形式　　：OCTANSⅢ 静定精度：±0.1°以内 静定時間：3 分
流向流速計	潜水船の船首に対する流向と流速を超音波にて検出し、表示部に表示します。 計測データは総合情報表示装置に表示・記録されます。	検出方式 流速：超音波直交２軸 シングアラウンド方式 流向：流速より船首基準の流向を算出 測定範囲 流速：0～6Kt 流向：0～360° 総合精度 流速：±2cm/sec (0～40cm/sec) ±5%Fs (40～300cm/sec) 流向：±5° (22.5～300m/sec)
総合情報表示装置	各種計測機器からの信号データを受信し Pentium CPU を用い処理する小型多機能のデータ表示・記録装置です。記録データは母船上の再生部で加工可能です。	表示部：6 インチカラーCRT 記録部：ハードディスクドライブ及びスマートメディアに同時収録 記録方式：固定長 CSV 方式 使用 OS：Windows 98
深度計	水晶振動子によってえられる周波数信号を(圧力データ)から深度を算出し深度値を表示部にデジタル表示します。 計測データは総合情報表示装置に表示・記録されます。	設置数：2 台 センサ：水晶振動式圧力センサ 測定範囲：0～133.8Mpa 測定精度：±0.01Fs
高度ソーナー 及び 上方監視ソーナー	潜水船の海底面からの高さ(高度)や海面または上方障害物までの距離を測定し LCD 画面及び表示部にデジタル表示します。 計測データは総合情報表示装置に表示・記録されます。	計測モード：高度／上方監視 作動レンジ：10m (0～10m) 100ｍ (10～100ｍ) 1000ｍ(100～1000m) 送信周波数：23KHz 最大計測距離：1000ｍ以下 最小計測距離：1ｍ以下 （高度 10ｍレンジ)

機　器　名	機　能	要　目
点滅灯	夜間海面に浮上した際にその閃光により他船にその存在を知らせる。本体に内蔵されている照度センサにより自動的に発光します。	発光形式：キセノンガス放電 照明電力：0.1 Joule 以上 ランプ寿命：閃光回数 70 万回以上 閃光間隔：2 秒 1 閃
覗窓	耐圧殻正面赤道より俯角 15°に 1 個、船首尾線より左右 50°赤道より俯角 25°に 2 個装備されておりパイロット及び研究者が直接、船外を目視観察することができます。	円径：φ120ｍｍ×3 個 板厚：138ｍｍ 円錐角：90° 材質：メタクリル樹脂
サンプルバスケット及び ペイロードラック	2 個のサンプルバスケットは油圧駆動の旋回出入式で大型ペイロード機器の搭載が可能です。 耐圧殻前部下側に設置されているペイロードラックは固定式です。	収納重量 右：空中 100kg 以下 左：空中 100kg 以下 ペイロードラック： 空中 50kg 注)ペイロードの合計が水中 150kg (空中 150kg)を越えないこと。 収納部寸法 長さ　幅　　深さ 右：840×930×300mm 左：840×600×300mm ペイロードラック：
海水温度計	検出部にて海水の温度を測定し、変換部にて海水温を演算しデジタル表示します。 計測データは総合情報表示装置に表示・記録されます。	センサ：白金測温抵抗体 測定範囲：0～400℃ 測定精度： 0～100℃±0.15℃ 100～400℃　±0.03℃
ROV ホーマー	ROV ホーマーシステム専用の小型トランスポンダを海底に設置する事によりその地点までの方位・距離を潜水船内で簡易計測できる装置。海中での捜索目標として使用する事により作業時間の短縮が図れます。 長期間海底に設置するような場合は、事前に相談してください。	目標探知距離：約 200ｍ 目標探知数：専用小型トランスポンダで最大 99 本 耐圧深度：　4000ｍタイプ ：11000ｍタイプ
溶存酸素（DO）センサー	Measur ementrange: 120％ of surface saturation In all natural waters, fresh and Salt Initial accuracy: 2％ of saturation Typical stability: 2％ PER 1000 hours （clean membrane）	米国製：SEA-BIRD 社 形式　：SBE-43

潜水船及び無人機等の海底ケーブルに対する作業安全基準

種　　類		接近制限等
潜水船等 （潜水船、ROV、AUV、UROV、ディープ・トウ） CTD 等		1.水深 1000m以下の場合はケーブルの両側 1000m以内には近づかない。水深 1000m以上の場合は水深の 1 倍以内には近づかないこと。 2.ケーブル近傍であっても、海底地形が平坦で、且つ海底からの高度を 10m以上保ってソーナーや CTD 等による調査を行う場合は、制限を設けないものとする。 また、局所的に複雑な微細地形の海底に敷設されたケーブルの直上付近を通過する場合は、最寄りの最も浅い水深 20m以上の高度を保つこと。
底質及び生物採取	ドレッジ、ビームトロール等底質及び生物採取装置	1.　ケーブル敷設方向に向かってドレッジを行う場合は、水深の 3 倍以内（水深 1000m以下の場合は、ケーブルの両側 3000m以内）には近づかないこと。 2.　ケーブル敷設方向から離れる方向にドレッジを行う場合は、水深の 1 倍以内（水深 1000m以下の場合は、ケーブルの両側 1000m以内）には近づかないこと。
	ピストン、グラビティ、マルチプル・コアラー等による採泥	・　水深の 1 倍以内（水深 1000m以下の場合は、ケーブルの両側 1000m以内）には近づかないこと。
係留系の設置	表面ブイ式係留系	1.　設置予定海域で予想される、最大の表面流によって、係留系が走錨しないように設計した係留系の場合は、潜水船等と同じ制限とする。 2.　設置予定海域で予想される、最大の表面流によって、係留系が走錨するように設計した係留系の場合は、水深の 3 倍以上離して設置すること。
	水没ブイ式係留系	・　潜水船等と同じ制限とする。
自由落下浮上式観測機器の設置		・　自由落下浮上式観測装置とは、自己記録型長期観測ステーション、熱流量計、温度計、ＯＢＳ、ＯＢＥＭ等を指す。これらは、ケーブルに損傷を与える可能性がほとんどないため、特に制限を設けない。 ただし、回収不能の際にＲＯＶ等によって回収を予定する場合は、潜水船等と同じ制限とする。